

УДК: 616-001.17:612.015.11:547.962.9

Сравнительное изучение динамики перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы при ожогах различной природы

А.В.Поликарпова, Е.Э.Перский

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина (Харьков, Украина)

Проведено сравнительное изучение динамики ПОЛ, АОС и метаболизма коллагена при термическом, химическом и лучевом ожогах 3 степени кожи морских свинок. Результаты исследования показали, что при химическом и термическом ожогах, способных к самостоятельному заживлению, максимальная интенсивность ПОЛ наблюдается через 1 час после воздействия травмирующего агента, пик активности компонентов АОС наступает в течение 1 суток после ожога, что дает возможность нормализовать процессы синтеза белка и заполнения дефекта соединительнотканскими компонентами. При лучевом воздействии в экспозиционной дозе 60 Гр на 21 сутки наблюдается резкое повышение интенсивности ПОЛ наряду со снижением активности АОС. При этом дефект не заполняется грануляциями и самостоятельного заживления не происходит.

Ключевые слова: ожог, перекисное окисление липидов, антиоксидантная система, коллаген.

Порівняльне вивчення динаміки перекисного окислення ліпідів та антиоксидантної системи при опіках різної природи

Г.В.Полікарпова, Є.Е.Перський

Проведено порівняльне вивчення динаміки ПОЛ, АОС і метаболізму колагену при термічному, хімічному та променевому опіках шкіри морських свинок 3 ступеня. Результати дослідження показали, що при хімічному і термічному опіках, які здатні до самостійного загоєння, максимальна інтенсивність ПОЛ спостерігається через 1 годину після впливу травмуючого агенту, пік активності компонентів АОС настає протягом 1 доби після опіку, що дає можливість нормалізувати процеси синтезу білка і заповнення дефекту сполучнотканинними компонентами. При променевому впливі в експозиційній дозі 60 Гр на 21 добу спостерігається різке підвищення інтенсивності ПОЛ поряд зі зниженням активності АОС. При цьому дефект не заповнюється грануляціями і самостійного загоєння не відбувається.

Ключові слова: опік, перекисне окислення ліпідів, антиоксидантна система, колаген.

The compared study of lipid peroxidation and antioxidative system dynamics at the burns with different nature

A.V.Polikarpova, Ye.E.Persky

Compared study of LP, AOS and collagen metabolism dynamics at the 3rd degree thermal, chemical and X-rays burns of guinea pigs skin has been conducted. Results of investigation have showed that at the thermal and chemical burns, which are able to repair themselves, LP maximal intensity at 1 hour after traumatic agent action is observed. During the 1st day after the burn the spike of AOS components activity occurs, which gives the possibility to normalize protein synthesis processes and defect closing up by connective tissue components. Under 60 Gr exposition dose of X-rays action sharp increase of LP intensity and decrease of AOS activity are observed. Under that defect does not close up by granulation and self-dependent reparation does not occur.

Key words: burn, lipid peroxidation, antioxidative system, collagen.

Введение

Ожог – чрезвычайно часто возникающая травма, поэтому исследованию динамики заживления ожоговых повреждений, а также разработке новых методов терапии уделяется огромное внимание как со стороны биохимиков, так и со стороны клиницистов.

В зависимости от этиологии повреждения ожоги подразделяются на термические, химические, лучевые (радиационные) и электрические.

До сих пор, однако, не существует работ, в которых проводилось бы сравнительное изучение особенности реакции организма на эти виды ожогов. Одним из важных показателей, которые могут осветить эти особенности, является состояние систем перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ). Их исследования позволяют дифференцированно подойти к вопросу о лечении таких повреждений.

В связи с этим целью работы было сравнение динамики изменений уровней показателей продуктов ПОЛ и антиоксидантной системы и динамики метаболизма коллагена при ожоговых поражениях кожи различной этиологии.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили на четырехмесячных морских свинках-самцах, содержащихся в стандартных условиях вивария. Термический ожог вызывали контактным путем с помощью раскаленного металлического клейма ($S=3$ см, $t=250^{\circ}\text{C}$, экспозиция 2 мин). Химический ожог производили путем аппликации 20% раствора соляной кислоты ($S=3$ см, экспозиция 2 мин). Лучевой ожог вызывали путем радиационного воздействия X-лучей в области бедра в экспозиционной дозе 60 Гр (TYR – 60, 50 кВ, 10 мА, фильтр 0,6 м А1, мощность дозы 36,74 Гр/мин, площадь облучения 1 см²). (Звягінцева, 1998). Степень всех видов ожогов определяли как третью (Звягінцева, 1998).

В сыворотке крови и гомогенатах тканей исследовали интенсивность ПОЛ и состояние АОС. Для приготовления гомогенатов образцы кожи замораживали в жидком азоте, размельчали в замороженном виде, затем гомогенизировали в 0,1 М трис-HCl буферном растворе (pH 7,4) в размельчителе тканей с тефлоновым пестиком.

Об интенсивности ПОЛ судили по уровню диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови и гомогенате пораженного участка кожи. Изучали также активность ферментов, участвующих в обезвреживании свободных радикалов и являющихся компонентами антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы. Исследования проводились спектрофотометрическими методами по стандартной методике (Чевари и др., 1991; Федорова и др., 1983; Костюк и др., 1990; Дубинина и др., 1988).

Изучение содержания коллагена проводили гистохимическим методом. Образцы кожи фиксировали в формалине, затем заливали парафином, микротомировали и проводили окраску по Маллари. Для анализа образцов использовали люминисцентный микроскоп "Olimpus", снабженный фотокамерой, снимки изучали с помощью компьютерной программы "Fotoshop". Содержание коллагена оценивали по отношению оптической плотности окрашенной части препарата к оптической плотности неокрашенного фона, выражаемом в условных единицах.

Исследование вышеупомянутых показателей проводили через 1 час, через 1 и 7 суток после термического ожога, через 1 час, через 1, 3 и 5 суток после химического и через 21 и 35 суток в случае лучевого воздействия.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием компьютерной программы «BioStat».

Результаты

При термическом ожоге кожи через 1 час наблюдалось покраснение, образование пузырей. Через 1 сутки вокруг повреждения выявлялись выраженные воспалительные явления (боль, покраснение, отек), некроз, образование струпа. Через 7 суток после воздействия воспалительные явления стихали, рана очищалась, начинала заполняться грануляциями.

Через 1 час после химического ожога наблюдалось покраснение, некроз, образование язвы, через 1 сутки, как и в случае термического воздействия, в очаге поражения наблюдалась воспалительная реакция. На 3 сутки интенсивность воспаления снижалась, на 5 сутки интенсивность воспалительного процесса уменьшалась, язва начинала заполняться соединительнотканскими элементами.

В случае радиационного воздействия через 20–24 часа после ожога наблюдалась гиперемия пораженного участка, в течение следующих 5 суток кожа была бледной. На 6–7 сутки после облучения выявлялась повторная гиперемия очага, на десятые сутки наблюдалась десквамация пораженного участка, образование струпа, уплотнение очага. На 25–30 суток после воздействия образовывалась язва диаметром 1 см. Через 40 суток после воздействия дефект был плотным, покрыт коричневым струпом, кожа вокруг него бледная, очень плотная, выраженный отек отсутствовал. Самостоятельного заживления лучевого ожога не наблюдалось.

Изучение динамики ПОЛ при термическом ожоге показало, что через 1 час после травмы в сыворотке крови достоверно повышается уровень МДА и ДК. Через 1 сутки концентрация малонового диальдегида и диеновых конъюгатов продолжала расти, достигая максимального значения, а через 7 суток после воздействия снижалась, но оставалась достоверно выше, чем в контроле (табл. 1).

Как видно из полученных данных (табл. 1), характер изменения активности каталазы в сыворотке крови после температурного воздействия совпадал с динамикой ПОЛ. Активность СОД также повышалась через 1 час после травмы, через 1 сутки уровень СОД был наибольшим, но на седьмые сутки содержание исследуемого вещества достигало контрольного значения (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание продуктов ПОЛ и компонентов антиоксидантной системы в сыворотке крови при термическом ожоге кожи

	МДА, мкмоль/л	ДК, мкмоль/л	Каталаза, мккатал/л	СОД, мг/л
Контроль	2,45 ± 0,11	50,16 ± 2,48	4,28 ± 0,34	35,6 ± 2,11
Через 1 час	5,68 ± 0,33*	62,53 ± 3,18*	6,03 ± 0,42*	42,9 ± 2,07*
Через 1 сутки	8,13 ± 0,65*	77,48 ± 5,13*	7,76 ± 0,42*	48,55 ± 2,39*
Через 7 суток	3,29 ± 0,19*	56,49 ± 2,25*	5,39 ± 0,27*	39,32 ± 1,68

Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,01$.

Таким образом, через 1 сутки после термического воздействия в сыворотке крови наблюдалась максимальная концентрация как компонентов АОС, так и продуктов ПОЛ.

В пораженном участке кожи в течение 1 часа уровень МДА повышался в 2 раза, через 1 сутки концентрация МДА была максимальной, а на 7 сутки снижалась, но была достоверно выше, чем у контрольных животных. Подобная динамика наблюдалась и при изучении уровней ДК.

Активность каталазы в очаге несколько увеличивалась через 1 час после термического ожога, была наибольшей на 1 сутки, а на 7 сутки достигала контрольного уровня. Подобный характер изменений отмечался и при исследовании активности СОД: через 1 час после воздействия и через 1 сутки наблюдалось повышение, на 7 сутки значение СОД снижалось, но достоверно превышало контрольное (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание продуктов ПОЛ и компонентов антиоксидантной системы в пораженном участке кожи при термическом ожоге

	МДА, мкмоль/г белка	ДК, мкмоль/г белка	Каталаза, мкмоль/г белка	СОД, мкг/г белка
Контроль	0,241 ± 0,02	0,0905 ± 0,07	20,5 ± 0,11	52,5 ± 3,11
Через 1 час	0,405 ± 0,021*	1,218 ± 0,095*	24,37 ± 1,65*	63,48 ± 3,02*
Через 1 сутки	0,489 ± 0,025*	1,359 ± 0,086*	28,41 ± 1,55*	71,34 ± 3,11*
Через 7 суток	0,285 ± 0,012*	1,058 ± 0,088*	21,49 ± 1,37	59,34 ± 2,11*

Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,01$.

Нами установлено, что как в сыворотке крови, так и в пораженном участке кожи наибольшая степень активации систем ПОЛ и АОС наблюдалась на 1 сутки после воздействия.

Таким образом, в течение 1 часа термического воздействия на фоне бурной воспалительной реакции наблюдалась активация ПОЛ и повышение концентрации его продуктов как в сыворотке крови, так и в пораженном участке кожи. Затем концентрация МДА и ДК снижалась и постепенно приближалась к контрольному уровню. Через 1 час после травмы в сыворотке крови и очаге наблюдалось повышение активности ферментов антиоксидантной системы каталазы и СОД, что свидетельствует о мобилизации защитных механизмов. Однако следует отметить, что максимальное значение концентрации этих ферментов как в сыворотке крови, так и в коже достигалось через 1 сутки после воздействия, то есть позднее пика интенсивности ПОЛ.

Изучение динамики содержания коллагена показало, что через 1 час после термического ожога кожи данный показатель в очаге снижался в 2 раза. Через 1 и 7 суток наблюдалось постепенное возрастание уровня коллагена, однако на 7 сутки содержание коллагена было достоверно ниже контрольного (табл. 3).

Минимальное содержание общего коллагена при термическом ожоге кожи наблюдалось через 1 час после воздействия в период образования пузырей, язв, некроза и максимальной активности ПОЛ. В дальнейшем происходило постепенное увеличение содержания коллагена. На 7 сутки значение содержания коллагена в коже приближалось к контрольному уровню, что соответствует стадии полной очистки раны от продуктов распада и началу заполнения дефекта грануляциями.

Исследование динамики ПОЛ при химическом ожоге показало, что через 1 час после воздействия в сыворотке крови наблюдалось достоверное повышение уровня МДА, достигая максимального значения. Через 1 сутки концентрация малонового диальдегида снижалась и продолжала снижаться на 3 и 5 сутки. Содержание ДК через 1 час повышалось в 2 раза. На 1 сутки концентрация ДК снижалась и продолжала уменьшаться на 3 и 5 сутки, однако уровень ДК на 5 сутки достоверно превышал контрольный.

Таблица 3.
Динамика изменений содержания общего коллагена в пораженном участке кожи при термическом ожоге, у.е.

	Через 1 час	Через 1 сутки	Через 7 суток
Контрольная группа	$6,5 \pm 0,11$	$6,5 \pm 0,11$	$6,5 \pm 0,12$
Экспериментальная группа	$3,0 \pm 0,09^*$	$3,8 \pm 0,15^*$	$5,9 \pm 0,07^*$

Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,05$.

Активность каталазы в сыворотке крови после химического воздействия повышалась через 1 час. Через 1 сутки наблюдалось снижение активности каталазы, а на 3 сутки ее уровень достигал контрольного значения. На 5 сутки активность каталазы была достоверно ниже, чем в контроле. Активность СОД была максимально повышена через 1 час после травмы, через 1 сутки уровень СОД снижался, а через 3 и 5 суток достоверно не отличался от контрольного (табл. 4).

Таблица 4.
Содержание продуктов ПОЛ и компонентов антиоксидантной системы в сыворотке крови при химическом ожоге кожи

	МДА, мкмоль/л	ДК, мкмоль/л	Каталаза, мккатал/л	СОД, мг/л
Контроль	$2,45 \pm 0,11$	$50,16 \pm 2,48$	$4,28 \pm 0,34$	$35,6 \pm 2,11$
Через 1 час	$6,95 \pm 0,42^*$	$108,52 \pm 6,34^*$	$7,88 \pm 0,17^*$	$49,22 \pm 2,07^*$
Через 1 сутки	$5,32 \pm 0,28^*$	$92,45 \pm 3,12^*$	$6,03 \pm 0,21^*$	$40,11 \pm 2,29^*$
Через 3 суток	$4,36 \pm 0,19^*$	$75,24 \pm 2,18^*$	$4,79 \pm 0,27$	$37,11 \pm 1,45$
Через 5 суток	$3,29 \pm 0,13^*$	$60,33 \pm 2,55^*$	$3,69 \pm 0,22^*$	$33,76 \pm 2,18$

Примечание: * - различия достоверны, $p \leq 0,01$.

Таким образом, максимальное увеличение показателей продуктов ПОЛ и АОС наблюдалось уже через 1 час после воздействия.

В пораженном участке кожи в течение 1 часа после химического ожога уровень МДА повышался в 3 раза, через 1 сутки концентрация МДА уменьшалась и в 2 раза превышала контроль, снижение продолжалось в течение 3 и 5 суток, так что значение МДА на 5 сутки было достоверно ниже контрольного. Подобная динамика наблюдалась при изучении уровней ДК (табл. 5).

Таблица 5.
Содержание продуктов ПОЛ и компонентов антиоксидантной системы в пораженном участке кожи при химическом ожоге

	МДА, мкмоль/г белка	ДК, мкмоль/г белка	Каталаза, мкмоль/г белка	СОД, мкг/г белка
Контроль	$0,241 \pm 0,02$	$0,0905 \pm 0,07$	$20,5 \pm 0,11$	$52,5 \pm 3,11$
Через 1 час	$0,612 \pm 0,032^*$	$1,634 \pm 0,11^*$	$21,7 \pm 0,12$	$51,28 \pm 4,07$
Через 1 сутки	$0,405 \pm 0,021^*$	$1,208 \pm 0,086^*$	$34,18 \pm 1,68^*$	$65,37 \pm 3,02^*$
Через 3 суток	$0,312 \pm 0,021^*$	$0,965 \pm 0,063$	$29,75 \pm 1,33^*$	$59,76 \pm 2,43^*$
Через 5 суток	$0,211 \pm 0,011^*$	$0,897 \pm 0,043^*$	$25,47 \pm 1,63^*$	$55,48 \pm 3,12$

Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,01$.

Уровень активности каталазы в очаге через 1 час после химического ожога достоверно не изменялся, увеличивался на 1 сутки, на 3 и 5 сутки снижался, однако достоверно превышал контрольное значение. При исследовании динамики изменений активности СОД через 1 час после воздействия отличий от контроля обнаружено не было, через 1 сутки наблюдалось повышение. На 3 сутки значение СОД снижалось, но достоверно превышало контрольное, а на 5 сутки уровень СОД достигал контрольного значения (табл. 5).

При химическом ожоге также наблюдалось повышение содержания продуктов ПОЛ в сыворотке крови и пораженном участке кожи с последующим постепенным снижением их концентрации. В пораженном участке кожи на пятые сутки после воздействия уровень МДА и ДК был даже ниже, чем в контроле. Также через 1 час после воздействия в сыворотке крови и через 1 сутки в пораженном участке кожи наблюдалось повышение активности ферментов антиоксидантной системы, что свидетельствует о восстановлении прооксидантно-антиоксидантного баланса.

Исследование динамики содержания коллагена при химическом ожоге кожи через 1 час после воздействия показало, что уровень коллагена в пораженном участке кожи снижался более чем в 2 раза. Через 1, 3 и 5 суток после травмы наблюдалось постепенное возрастание уровня коллагена, однако на 5 сутки содержание коллагена оставалось достоверно ниже, чем в контрольной группе (табл. 6).

Через 1 час после химического воздействия в период максимальной активации ПОЛ отмечалось минимальное значение оптической плотности коллагена. На 5 сутки уровень оптической плотности коллагена в коже приближался к контрольному уровню, что соответствует восстановлению баланса между оксидативными и антиоксидантными процессами.

Таблица 6.

Динамика изменений содержания общего коллагена в пораженном участке кожи при химическом ожоге, у.е.

	Через 1 час	Через 1 сутки	Через 3 суток	Через 5 суток
Контрольная группа	6,5 ± 0,11	6,5 ± 0,11	6,5 ± 0,09	6,5 ± 0,12
Экспериментальная группа	2,7 ± 0,08*	3,4 ± 0,06*	5,0 ± 0,06*	5,7 ± 0,07*

Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,05$.

Исследование динамики ПОЛ при лучевом ожоге показало, что через 21 сутки в сыворотке крови уровень МДА возрастал практически в 5 раз. Через 35 суток концентрация МДА снижалась, однако превышала контрольное значение почти в 2 раза. Также через 21 сутки повышалась концентрация ДК. На 35 сутки уровень ДК снижался, однако оставался достоверно выше, чем у контрольных животных.

Активность каталазы через 21 сутки после радиационного воздействия снижалась в 1,5 раза. Через 35 суток активность каталазы повышалась, однако оставалась достоверно ниже, чем в контроле. При исследовании динамики изменения активности СОД было выявлено постепенное снижение данного показателя на 21 и 35 сутки после облучения (табл. 7).

Таблица 7.

Содержание продуктов ПОЛ и компонентов антиоксидантной системы в сыворотке крови при лучевом ожоге кожи

	МДА, мкмоль/л	ДК, мкмоль/л	Каталаза, мккатал/л	СОД, мг/л
Контроль	2,45 ± 0,11	50,16 ± 2,48	4,28 ± 0,34	35,6 ± 2,11
Через 21 сутки	10, 20 ± 0,67*	74,30 ± 3,69*	2,42 ± 0,58*	29,9 ± 0,69*
Через 35 суток	4,38 ± 0,22*	59,10 ± 2,75*	3,15 ± 0,22*	24,58 ± 2,03*

Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,01$.

При радиационном поражении в сыворотке крови наблюдались очень высокое содержание продуктов ПОЛ и одновременно низкая активность компонентов АОС.

В пораженном участке кожи при радиационном ожоге на 21 сутки уровень МДА повышался в 8 раз. Через 35 суток содержание МДА снижалось, однако почти в 3 раза превышало контрольное

значение. Через 21 сутки после воздействия наблюдалось пятикратное увеличение концентрации ДК. Через 35 суток уровень ДК снижался, однако в 3 раза превышал контрольное значение (табл. 8).

Активность каталазы в очаге поражения на 21 сутки после облучения снижалась почти в 2 раза. На 35 сутки концентрация каталазы повышалась и достигала контрольного уровня. Уровень СОД на 21 и 35 сутки после радиационного воздействия достоверно не отличался от контрольного (табл. 8).

Таблица 8.
Содержание продуктов ПОЛ и компонентов антиоксидантной системы в пораженном участке кожи при лучевом ожоге

	МДА, мкмоль/г белка	ДК, мкмоль/г белка	Каталаза, мкмоль/г белка	СОД, мкг/г белка
Контроль	0, 241 ± 0,02	0,0905 ± 0,07	20,5 ± 0,11	52,5 ± 3,11
Через 21 сутки	1,920 ± 0,121*	5,360 ± 0,245*	11,79 ± 1,65*	49,48 ± 2,98
Через 35 суток	0,635 ± 0,032*	3, 11 ± 0,27*	21,34 ± 1,55	54,34 ± 2,21

*Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,01$.*

Таким образом, в течение 21 суток после облучения наблюдалась активация ПОЛ в сыворотке крови и пораженном участке кожи, оставаясь высокой в течение длительного времени и в 3 раза превышая контрольные значения. В сыворотке крови на 21 сутки наблюдалось снижение уровней каталазы и СОД наряду с резким повышением концентрации продуктов ПОЛ. В пораженном участке кожи на 21 сутки наблюдалось резкое снижение содержания каталазы, которое на 35 сутки возвращалось к исходному значению. Уровень СОД в очаге в течение периода исследования не отличался от контрольного, при трехкратном повышении МДА и ДК. Это свидетельствует о чрезвычайно интенсивном повреждении мембранных структур клеток и декомпенсации систем защиты.

Изучение содержания коллагена при лучевом ожоге показало, что через 21 сутки после радиационного воздействия уровень коллагена снижался в 2 раза. На 35 сутки содержание коллагена несколько повышалось, однако оставалось существенно ниже, чем в контроле (табл. 9).

Таблица 9.
Динамика изменений содержания общего коллагена в пораженном участке кожи при лучевом ожоге, у.е.

	Через 21 сутки	Через 35 суток
Контрольная группа	6,5 ± 0,09	6,5 ± 0,13
Экспериментальная группа	3,0 ± 0,08*	4,0 ± 0,10*

*Примечание: * – различия достоверны, $p \leq 0,01$.*

Таким образом, на 21 сутки после радиационного воздействия наблюдалось снижение оптической плотности коллагена в 2 раза при резком повышении интенсивности ПОЛ, что соответствует периоду десквамации, образования струпа и уплотнения очага. На 35 сутки после лучевого ожога уровень оптической плотности коллагена несколько увеличивался (стадия образования язвы), однако он существенно ниже, чем на 5 сутки при химическом ожоге и 7 сутки при термическом.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что в течение 1 часа после использованных ожоговых воздействий на фоне бурной воспалительной реакции и в течение 21 суток в случае облучения наблюдается активация ПОЛ, о чем свидетельствует повышение концентрации его продуктов как в сыворотке крови, так и в пораженном участке кожи.

Однако, если при химическом и термическом ожогах, которые заживают сравнительно быстро, концентрация МДА и ДК затем снижалась и постепенно приближалась к контрольному уровню, а в пораженном участке кожи на пятые сутки после химического ожога уровень МДА и ДК был даже ниже, чем в контроле, при радиационном воздействии интенсивность ПОЛ была очень высокой и оставалась таковой в течение длительного времени, в 3 раза превышая контрольные значения.

Следует отметить, что ожоги, полученные вследствие воздействия заданной дозы ионизирующего излучения, не способны к самостоятельному заживлению и приобретают хроническое течение.

Литературные данные свидетельствуют о зависимости интенсивности ПОЛ от степени тяжести ожоговой травмы и состояния пациента: у больных средней степени тяжести наблюдается умеренностабильное повышение содержания МДА (в 2–3 раза) (Atik et al., 2004; Nagane et al., 2003; Marcinjak et al., 2003) на протяжении всего периода заболевания; при поступлении «запущенного» больного или с сопутствующей термоингаляционной травмой исходно показатель был значительно выше (в 5–6 раз); у крайне тяжелых больных выявлено еще большее повышение (в 10–11 раз) или практически нормальное содержание МДА; у истощенных пациентов – субнормальные цифры (Ушакова, 2008).

При химическом и термическом ожогах уже через 1 час после травмы в сыворотке крови и очаге наблюдалось повышение активности ферментов антиоксидантной системы каталазы и СОД, что свидетельствует о мобилизации защитных механизмов. Однако следует отметить, что максимальное значение концентрации этих ферментов как в сыворотке крови, так и в коже достигается через 1 сутки после воздействия, то есть позднее пика интенсивности ПОЛ.

В литературе отмечается подобная динамика ПОЛ и активности АОС у больных с неосложненными термическими ожогами (Смирнов и др., 2008).

Иная картина возникает при радиационном ожоге кожи. В сыворотке крови на 21 сутки наблюдалось снижение уровней каталазы и СОД наряду с резким повышением концентрации продуктов ПОЛ. В пораженном участке кожи на 21 сутки наблюдалось резкое снижение содержания каталазы, которое на 35 сутки возвращалось к исходному значению. Уровень СОД в очаге в течение периода исследования не отличался от контрольного, при трехкратном повышении МДА и ДК. Это свидетельствует о чрезвычайно интенсивном повреждении мембранных структур клеток и декомпенсации систем защиты вследствие истощения антиоксидантных резервов.

Минимальное значение содержания коллагена при термическом и химическом ожогах кожи наблюдалось через 1 час после воздействия в период образования пузырей, язв, некроза и максимальной активности ПОЛ. В дальнейшем, по мере стихания воспалительной реакции, активации антиоксидантной системы, обезвреживания свободных радикалов и нормализации уровня ПОЛ, происходит постепенное увеличение содержания коллагена. На 7 сутки при термическом ожоге и на 5 сутки при химическом значение уровня коллагена в коже приближалось к контрольному уровню, что соответствует стадии полной очистки раны от продуктов распада и началу заполнения дефекта грануляциями.

В течение длительного периода после радиационного воздействия на 21 сутки наблюдалось снижение содержания коллагена в 2 раза, что соответствует периоду десквамации, образования струпа и уплотнения очага, а также увеличению содержания продуктов ПОЛ в несколько раз по сравнению с контролем. Следует отметить, что через 21 сутки после химического или термического воздействия дефекты уже полностью эпителизируются, то есть процесс их заживления к этому времени завершается. На 35 сутки после лучевого ожога уровень содержания коллагена несколько увеличивался (стадия образования язвы), однако он существенно ниже, чем на 5 сутки при химическом ожоге и 7 сутки при термическом.

Известно, что действие термических и химических агентов вызывает разрушение тканевых компонентов, гидролиз белков, являясь само по себе повреждающим фактором. Облучение вызывает интенсивную генерацию свободных радикалов, которые, в свою очередь, повреждают клеточные мембраны и геном. Вместе с этим радиационное воздействие угнетает клеточную пролиферацию и процессы синтеза, тем самым замедляя репарацию.

Выводы

1. При быстрозаживающих ожоговых поражениях максимальная интенсивность ПОЛ наблюдается через 1 час после воздействия травмирующего агента, пик активности компонентов антиоксидантной системы наступает в течение 1 суток после ожога.

2. При радиационном ожоге повреждение кожи приобретает хронический характер. Наблюдается резкое повышение интенсивности ПОЛ наряду с декомпенсацией защитных систем организма.

3. Снижение активности ПОЛ и обезвреживание свободных радикалов антиоксидантной системой дает возможность нормализовать процессы синтеза белка и заполнения дефекта соединительнотканью компонентами.

4. Стойкое повышение активности ПОЛ и низкая активность антиоксидантной системы при лучевом воздействии в дозе 60 Гр оказывает тормозящий эффект на синтез коллагена, вследствие чего дефект не заполняется грануляциями и самостоятельного заживления не происходит.

Список литературы

- Дубинина Е.Е., Ефремова Л.Ф., Сафронова Л.Н. Методы определения активности каталазы // Лаб. дело. – 1988. – №8. – С. 16–19.
- Звягінцева Т.В. Моделювання місцевих променевих пошкоджень шкіри // Фізіологічний журнал. – 1998. – Т.44. – С. 106–112.
- Костюк В.А., Потапович А.И., Ковалева Ж.В. Простой и чувствительный метод определения активности СОД, основанный на реакции окисления кверцетина // Вопросы медицинской химии. – 1990. – №2. – С. 88–91.
- Смирнов С.В., Спиридонова Т.Г., Пахомова Г.В. и др. Перекисное окисление липидов у больных с ожоговой травмой, осложненной гастродуоденальным кровотечением // Комбустиология. – 2008. – №1. – С. 10–13.
- Ушакова Т.А. К вопросу о перекисном окислении липидов у больных с ожоговой травмой // Комбустиология. – 2008. – №2. – С. 4–8.
- Федорова Т.К., Коршунова Т.С., Ларская Э.Т. Реакция с ТБК для определения МДА крови методом флюориметрии // Лаб. дело. – 1983. – №3. – С. 25–28.
- Чевари С., Андел Г., Штрэнгер Я. Определение АО параметров крови // Лаб. дело. – 1991. – №10. – С. 9–14.
- Atik B., Tan Ö., Dülger H. et al. The time course of serum malondialdehyde levels in burned humans // Eur. J. Gen. Med. – 2004. – Vol.1 (1). – P. 26–27.
- Marciniak A., Szpringer E., Lutnicki K., Beltovski J. Influence of thymus extract (TFX) on lipid peroxidation in the plasma of rats following thermal injury // Bull. Vet. Inst. Pulawy. – 2003. – Vol.47. – P. 231–238.
- Nagane N.S., Bhagwat V.R., Subramaniam M. Increased free radical activity in burns // Indian J. Med. Science. – 2003. – Vol.57. – P. 7–11.

Представлено: В.І.Жуковим / Presented by: V.I.Zhukov

Рекомендовано до друку: Н.І.Буланкіною / Recommended for publishing by: N.I.Bulankina

Подано до редакції / Received: 9.11.2009.

© Г.В.Полікарпова, Є.Е.Перський, 2009

© A.V.Polikarpova, Ye.E.Persky, 2009